

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu tahačů návěsů

Reliability and Repair Costs Assessment of Semitrailer Towing Vehicles

Student:

Luděk Kulhaj

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jan Famfulík, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Luděk Kulhaj**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: Stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu tahačů návěsů
Reliability and Repair Costs Assessment of Semitrailer Towing Vehicles
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je stanovit dosaženou úroveň bezporuchovosti a nákladů na údržbu vybraného typu tahačů návěsů.

1. Popis vozidlového parku.
2. Výpočetní metody pro stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu.
3. Zpracování a vyhodnocení experimentálních dat.
4. Technicko-ekonomické hodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Famfulík, J. a kol. Zkoušky spolehlivosti. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010. ISBN 978-80-248-2277-8.
Famfulík, J. Teorie údržby. VŠB – TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1029-8.
Daněk, A. Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků. Repronis, Ostrava, 1999. ISBN 80-86122-41-7.
ČSN IEC 61650: 1998. Techniky analýzy dat o bezporuchovosti.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Famfulík, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celý ročníkový projekt včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité zdroje a literaturu.

V Ostravě 11.5.2017.....

podpis studenta

.....

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě... 11.5. 2017

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Luděk Kulhaj

Adresa trvalého pobytu autora práce: Vrbátky 225

ANOTACE

KULHAJ, L. *Stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu tahačů návěsů*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2017, Vedoucí práce: doc.Ing. Jan Famfulík, Ph.D..

Náplní mé bakalářské práce je stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu tahačů návěsů. V práci nejprve stručně popisuji firmu, od které mám vstupní data. Dále zde teoreticky popisuji výpočetní metodu pro stanovení bezporuchovosti. V praktické části jsem data rozdělil do konstrukčních skupin a vypočítal pro tyto skupiny doby do poruchy a průměrný počet poruch při uvažovaném provozování vozidla 10 let. V poslední části jsem zjišťoval průměrné náklady na údržbu jednoho tahače. Vypočítal jsem, jaké jsou náklady na preventivní údržbu. U údržby po poruše jsem zpětně zjistil ceny jednotlivých oprav a z nich vypočítal průměrné náklady na údržbu po poruše u jednoho vozidla při jeho provozování 10 let. V závěru práce poukazuji na nejnákladnější skupiny, v kterých by se daly ušetřit náklady na údržbu.

ANNOTATION

KULHAJ, L. *Reliability and Repair Costs Assessment of Semitrailer Towing Vehicles*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2017, Thesis head: Famfulík, J.

The theme of my bachelor's thesis is to determine the reliability and maintenance costs of semitrailer towing vehicles. In the first part of my thesis I briefly describe the company which provided me the input data. I also describe the calculation method for determining reliability in this part. In the practical part I divided the data into construction groups. I computed the times until failure and the average number of failures for these groups. The intended operation time of the vehicle is 10 years. In the last part I researched the average maintenance costs of one semitrailer towing vehicle. I calculated the costs of preventive maintenance. For breakdown maintenance, I traced back the costs of each repair and calculated the average maintenance costs for a single vehicle while operating for ten-year period. In conclusion, I refer to the most expensive groups in which maintenance costs can be saved.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Popis vozidlového parku.....	9
2.1	Popis dopravní firmy.....	9
2.2	Popis vozidel	9
2.3	Vozidla pro stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu.....	9
3	Výpočetní metody pro stanovení bezporuchovosti.....	11
3.1	Exponenciální rozdělení.....	11
3.2	Weibullovo rozdělení	12
	Odhad parametrů Weibullovo rozdělení.....	12
4	Zpracování a vyhodnocení experimentálních dat	15
5	Technicko-ekonomické hodnocení	24
5.1	Náklady na preventivní údržbu	25
5.1.1	Pravidelné prohlídky v neautorizovaném servisu.....	26
5.1.2	Pravidelné prohlídky v autorizovaném servisu.....	27
5.1.3	Porovnání nákladů servisních prohlídek.....	28
5.2	Náklady na údržbu po poruše.....	29
5.3	Celkové náklady na údržbu	33
6	Závěr	35
7	Citovaná literatura a zdroje informací	37
8	Seznam obrázků.....	38
9	Seznam tabulek.....	39
10	Seznam příloh	40

Seznam použitých zkratek a symbolů

$F(t)$	- Pravděpodobnost poruchy
$f(t)$	- Hustota pravděpodobnosti
$\lambda(t)$	- Intenzita poruch
LCC	- Náklady životního cyklu
m	- Parametr tvaru Weibullova rozdělení
t_0	- Parametr měřítka Weibullova rozdělení
T_s	- Střední kilometrový proběh bezporuchového provozu
W2p	- Weibullovo rozdělení
R^2	- Koeficient determinace

1 Úvod

Vzhledem k velkému rozvoji průmyslu a převážně strojírenskému průmyslu, je i větší poptávka po přepravě vyrobených produktů. V silniční dopravě je kladen velký důraz na pravidelnost a spolehlivost přepravy. V dnešní době je v silniční dopravě velká konkurence a z toho důvodu si dopravce nemůže dovolit mít prodlevy v dodání zboží, které jsou neodmyslitelně spojené se spolehlivostí vozidlového parku. Náklady na údržbu a opravy jsou jednou z větších výdajů dopravní firmy a mohou překonat i nákupní cenu vozidla. V bakalářské práci se zaměřuji na stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu tahačů návěsů. Pokusím se zde co nejpresněji vyčíslit průměrné náklady na údržbu tahače.

2 Popis vozidlového parku

2.1 Popis dopravní firmy

Firma byla založena v roce 1992. Zabývá se mezinárodní přepravou širokého sortimentu výrobků a materiálů do zemí Evropské unie. Začínala s jedním nákladním automobilem. Postupným rozvojem se vypracovala k 17–ti nákladním vozidlům značky SCANIA a MERCEDES-BENZ. Firma sídlí v Olomouci.

2.2 Popis vozidel

Firma klade důraz na spolehlivost vozidel, a právě proto zvolila vozidla SCANIA a MERCEDES-BENZ, které však vyžadují větší investici při nákupu, ale jejich vyšší spolehlivost a nižší spotřeba je výrazně lepší oproti ostatní značkám. Avšak nejlépe se na dlouhodobý provoz osvědčila vozidla značky Scanie, která nemají problém i bez větších oprav překonat hranici jednoho milionu ujetých kilometrů. V průměru vozidla při běžném provozu mají kilometrový proběh měsíčně okolo 10 tisíc kilometrů.

2.3 Vozidla pro stanovení bezporuchovosti a nákladů na údržbu

Pro zpracování dat jsem vybral 6 vozidel Scania, rok výroby 2004 a 2005, abych mohl objektivně posoudit spolehlivost těchto tahačů v průběhu více než jednoho milionu ujetých kilometrů. Tři tahače jsou čtvrté řady a 3 tahače řady R. Obě tyto modelové řady se o mnoho neliší. Hlavní rozdíly jsou z vnějšku vozidla, ale takovéto rozdíly nehrají v případě tahačů návěsů podstatnou roli, pokud se nejedná o úpravu aerodynamiky, která má vliv na spotřebu pohonných hmot vozidla. Hlavním a nejdůležitějším aspektem je přepracování hnacího řetězce, které se mezi těmito modelovými řadami liší jen velmi málo. Všechny tyto tahače mají stejný motor o výkonu 420 koní. V tabulce 1. jsou základní technická data tahačů.

Tab. 1: Popis vozidel [autor]

Vozidlo	2M2 9198	2M2 8566	1M8 8248
Rok výroby	2005	2005	2004
Doba sledování spolehlivosti [den]	4107	4170	4478
Kilometrový proběh [km]	1 348 000	1 210 500	1 271 150
Km/den [km]	328	290	283
Kilometrový proběh Km/rok [km]	119 800	105 955	103 611
Vozidlo	1M7 8249	1M8 0302	2M27350
Rok výroby	2004	2004	2005
Doba sledování spolehlivosti [den]	3172	3962	3963
Kilometrový proběh [km]	1 270 000	1 234 000	1 178 600
Km/den [km]	400	312	297
Kilometrový proběh Km/rok [km]	146 138	113 682	108 551

Dále už jsou tahače označovány pouze poslední čtveřicí čísel v registrační značce vozidla.

Tab. 2: Technická data tahačů [autor]

Max. výkon [kw]	309
Zdvih. Objem [cm ³]	11 705
Palivo	Nafta motorová
Délka [mm]	5 940
Šířka [mm]	2 550
Výška [mm]	3 995
Rozvor [mm]	3 700
Provozní hmotnost	6 300 – 7 800
Největší technická přípustná [kg]	18 600
Povolená hmotnost [kg]	18 000
Největší technicky přípustná hmotnost jízdní soupravy [kg]	66 000
Největší technicky povolená hmotnost jízdní soupravy [kg]	42 000
Počet náprav	2
Počet hnaných náprav	1 – zadní
Nejvyšší rychlost [km·h ⁻¹]	85 s omezovačem
Řazení převodovky	Manuální
Retardér	Ne

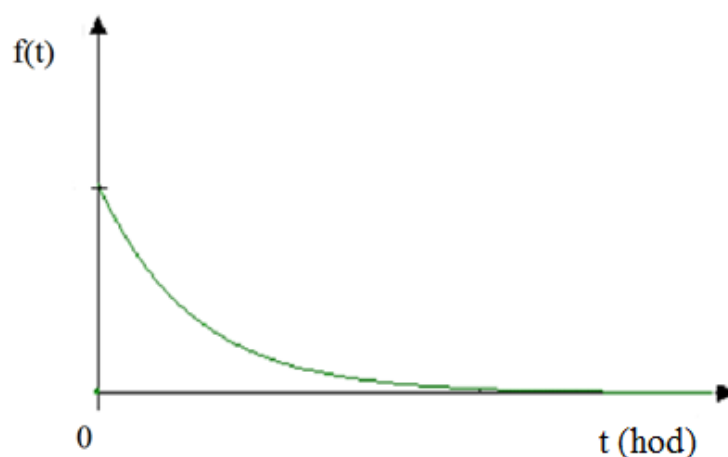
3 Výpočetní metody pro stanovení bezporuchovosti

Údaje ze spolehlivostních zkoušek musíme porovnat s některým ze zákona rozdělení náhodné veličiny. Zvolením vhodného zákona rozdělení získáme popis spolehlivostních vlastností zkoušených tahačů. Zákon rozdělení se vhodně volí v souladu s průběhem získaných dat, např. podle požadavků na shodu nebo podle tvaru histogramu.

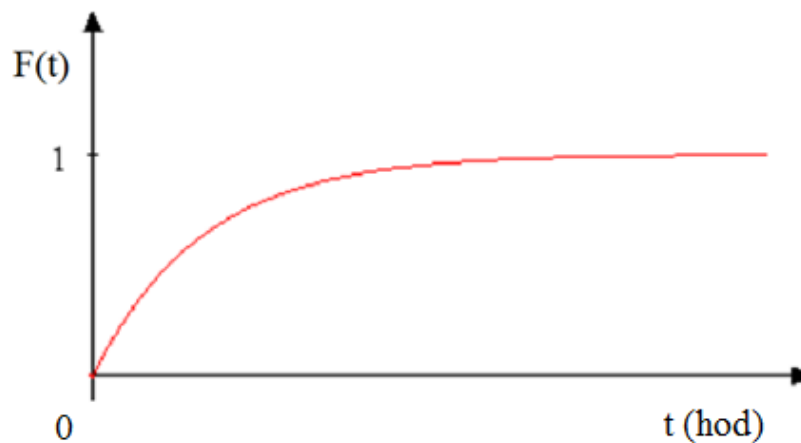
3.1 Exponenciální rozdělení

U exponenciálního rozdělení je průběh intenzity poruch konstantní. Rozdělení se označuje se $EX(\lambda)$ a je určeno pouze parametrem λ . Hustota pravděpodobnosti je dána vztahem [1]:

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t) \qquad \lambda > 0, t \geq 0 \qquad (2.1)$$



Obr. 1: Exponenciální rozdělení – hustota pravděpodobnosti [5]



Obr. 2: Exponenciální rozdělení – distribuční funkce [5]

3.2 Weibullovo rozdělení

Weibullovo rozdělení je ve spolehlivosti velmi často používané pro modelování průběhu náhodných veličin.

Používá se v případech, kdy bezporuchovost závisí na stáří, počtu odpracovaných hodin nebo vykonaných provozních cyklů. V oblasti spolehlivosti je Weibullovo rozdělení běžně používáno při určování ukazatelů bezporuchovosti, které představují důležitou informaci nutnou pro předpověď, hodnocení, a srovnání životnosti výrobků, vyhodnocení konstrukčních i technologických změn, srovnání alternativních konstrukcí či technologií, porovnávání životnosti výrobků různých technologií či různých výrobců, vytváření záruční politiky, při proaktivním přístupu k řízení zásob náhradních dílů nebo při plánování oprav. Weibullova rozdělení se používá nejen ve spolehlivosti, ale i při modelování různých jevů, jako je například předpověď počasí, délka zaměstnaneckých stávek, úmrtnost na nemoc AIDS či hodnocení pravděpodobnosti vzniku zemětřesení. [4]

Odhad parametrů Weibullovo rozdělení

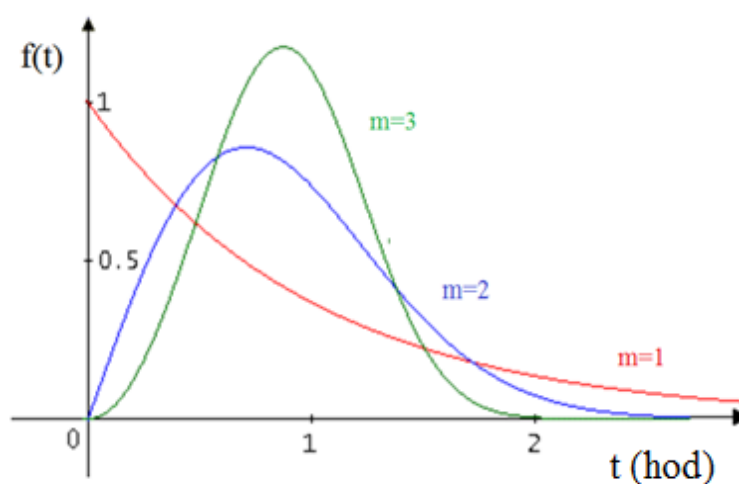
V praxi se charakteristika spolehlivosti získává z pozorovaných poruch. Pozorované poruchy tvoří náhodný výběr, z kterého tvoříme odhad teoretické charakteristiky, tedy modelu. Tento model by měl co nejlépe reprezentovat zjištěná data.

Odhad lze provést dvěma metodami:

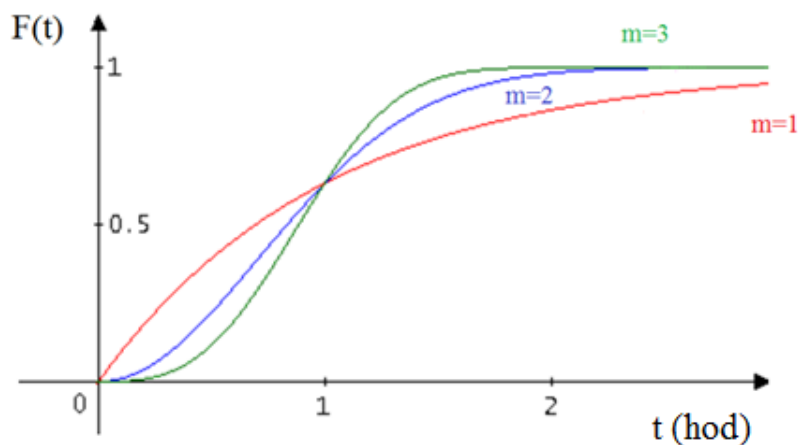
- Grafickou metodou
- Analytickou metodou

Analytická metoda využívá metody proložení dat přímkou nejmenších čtverců. Postup provedení metody je znázorněn ve třech krocích [1]:

1. Úprava distribuční funkce $F(t)$ a následná substituce rovnicí přímky.
2. Stanovení parametrů rovnice přímky proložím empirických dat metodou nejmenších čtverců.
3. Odhad parametrů W2p modelu zpětnou transformací.



Obr. 3: Weibullovo rozdělení – hustota pravděpodobnosti [5]



Obr. 4: Weibullovo rozdělení – distribuční funkce [5]

1. krok:

Pomocí vyjádření rovnice dostaneme tvar [1]:

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{t_0}\right)^m\right] \quad t \geq 0 \quad (2.2)$$

$$1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{t_0} \right)^m \right]$$

$$\ln(1 - F(t)) = - \left(\frac{t}{t_0} \right)^m$$

$$\ln(-\ln(1 - F(t))) = m \cdot \ln t - m \cdot \ln t_0$$

$$y = \ln(\ln(1 - F(t))) \quad (2.3)$$

2. krok:

Uspořádáme data do vzestupné řady, kde nejmenší hodnota do poruchy bude mít pořadové číslo 1, následující hodnota číslo 2, poslední číslo obdrží pořadové číslo n. Pořadové číslo poruchy n_i . K odhadu využijeme mediánové pořadí pomocí vzorce pro $Fi(m)$ dle vztahu [1]:

$$Fi(m) = \frac{ni - 0,3}{n + 0,4} \quad i=1,2,3 \dots n \quad (2.4)$$

Kde

n_i – je pořadové číslo poruchy

n – celkový počet poruch

Mediánové pořadí je nejlepší odhad hodnoty $F(t)$. Pomocí hodnot $\ln t_i$ a y_i ,

Výpočet hodnoty podle [1]

$$y_i: y = (\ln(-\ln(1 - F(t)))) \quad (2.5)$$

V tabulovém procesoru proložíme body grafu přímkou metodou nejmenších čtverců. Získanou rovnici přímky použijeme k odhadu W2p rozdělení.

3. Krok:

Rovnici přímky porovnáme se vztahy podle [1]:

$$k \cdot x = m \cdot \ln \quad (2.6)$$

$$q = m \cdot t_0 \quad (2.7)$$

Směrnice přímky k odpovídající hodnotě parametru tvaru m , parametr měřítka t_0 vypočítáme úpravou vztahu [1]:

$$q = -m \cdot \ln \cdot t_0 \quad (2.8)$$

$$\ln \cdot t_0 = -\frac{q}{m}$$

$$t_0 = \exp\left(-\frac{q}{m}\right) \quad (2.9)$$

Výpočet střední hodnoty:

$$T_s = t_0 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right) \quad (2.10)$$

Kde: Γ je gama funkce

4 Zpracování a vyhodnocení experimentálních dat

Vstupními hodnotami je údržba u 6–ti vybraných vozidel. Hodnoty byly zaznamenávány do textového programu. Tyto hodnoty jsem převedl do tabulkové procesoru tabulka č.1 abych s nimi mohl dále pracovat. Vložené tabulky jsou příkladem postupu výpočtu a uprav které jsem provedl. Kompletní tabulky se všemi hodnotami jsou v příloze na CD: Příloha1.

Tab. 3: Struktura vstupních dat [autor]

Datum	Vozidlo	Kilometrový proběh [km]	Operace
18.7.2005	9198	60 000	Prohlídka S
10.11.2005	9198	105 000	Přetočení předních pneumatik
11.1.2006	9198	107 110	Výměna alternátoru
16.2.2006	9198	120 000	Prohlídka M
6.4.2006	9198	140 000	Výměna zátky na nádobce ostřikovače
30.5.2006	9198	163 900	Přetěsnění motoru, převodovka Brno, výměna zadní lampa P
20.7.2006	9198	180 000	Prohlídka M
13.10.2006	9198	213 000	Výměna kloubku motorovky
30.10.2006	9198	217 460	Pneu. zadní Recamic, přední pneu. prořezání
5.12.2006	9198	220 500	Výměna kotouč přední P, brzdové desky přední náprava
4.1.2007	9198	238 100	Výměna brzdové desky zadní náprava
11.1.2007	9198	240 500	Prohlídka L
2.7.2007	9198	248 160	Výměna pneu. přední
7.8.2007	9198	275 860	Výměna hadice k předchladiči

Kde: Datum – datum provedení údržby nebo opravy

Kilometrový proběh – aktuální kilometrový proběh při údržbě nebo opravě

Operace – popis odstranění poruchy nebo typ údržby

Hodnoty plánovaných prohlídek jsem vyřadil a hodnoty rozdělil do jednotlivých skupin podle druhu poruchy Tabulka 2. Skupiny jsem zvolil následovně:

Tab. 4: Konstrukční skupiny [autor]

Skupina	Hlavní části obsažené ve skupině
1. Hnací řetězec	Pohonné ústrojí, motor, diferenciál, převodovka, příslušenství motoru, výfukové zařízení
2. Karoserie	Karoserie a vybavení vozidla
3. Elektronika	Elektroinstalace a elektrická zařízení
4. Brzdy	Brzdy, brzdové obložení brzdové kotouče
5. Pneumatiky	Pneumatiky
6. Vzduchotechnika	Vzduchotechnika, brzdové válce
7. Podvozková část	Šasi, nápravy, vypružení

Skupiny obsahují i ostatní součástky, které zde nejsou vyjmenovány, ale souvisí s touto skupinou anebo jsou jejich součástí.

Pro takto zvolené skupiny jsem jednotlivé poruchy rozdělil do těchto skupin a opatřil příslušným číslem příslušné skupiny Tabulka 3.

Tab. 5: Data doplněná o druh poruchy [autor]

Datum	Vozidlo	Kilometrový proběh [km]	Operace	Skupina
10.11.2005	9198	105 000	Přetočení pneu. přední	5
11.1.2006	9198	107 110	Výměna alternátoru	3
6.4.2006	9198	140 000	Výměna zátky na nádobce ostřikovače	2
30.5.2006	9198	163 900	Výměna zadního P světla	1
30.5.2006	9198	163 900	Přetěsnění motoru, převodovky	3
13.10.2006	9198	213 000	Výměna kloubku motorovky	1
30.10.2006	9198	217 460	Výměna pneu. zadní, přední prořezání	5
5.12.2006	9198	220 500	Výměna kotouč přední P, brzdové desky přední náprava	4
4.1.2007	9198	238 100	Výměna brzdové desky zadní náprava	4
2.7.2007	9198	248 160	Výměna pneu. přední	5
7.8.2007	9198	275 860	Výměna hadice k předchladiči	1
26.11.2007	9198	361 200	Výměna spodního čepu pera LZ	7
5.1.2008	9198	375300	Výměna regulátoru alternátoru	3

Hodnoty jsem seřadil podle jednotlivých skupin. Tento postup jsem provedl u všech tahačů.

Tab. 6: Data seřazená podle skupiny [autor]

Datum	Kilometrový proběh [km]	Operace	Skupina
30.5.2006	163 900	Přetěsnění motoru, převodovky	1
13.10.2006	213 000	Výměna kloubku motorovky	1
7.8.2007	275 860	Výměna hadice k předchladiči	1
14.1.2009	495 000	Výměna řemen, vodící kladka	1
10.3.2009	503 300	Výměna hadice k předchladiči	1
16.6.2010	685 000	Výměna výfuk, tlumič, roura, objímky, objímka pod baterky	1
4.5.2011	800 000	Výměna vodní pumpa	1
25.8.2011	837 850	Výměna spojky komplet, 2 x rolna	1
24.1.2012	884 000	Výměna dekl výměníku	1
13.4.2012	909 000	Výměna termostat, zátky na hadici k retardéru	1
15.5.2012	920 000	Ucpaný chladič	1

Pro potřeby Weibullova rozdělení jsem vypočítal kilometrový proběh mezi jednotlivými poruchami, data od všech vozidel rozdělil do skupin podle druhu poruchy bez ohledu na příslušné vozidlo a seřadil podle počtu kilometrového proběhu mezi poruchami Tabulka 4.

Tab. 7: Data seřazená podle kilometrového proběhu mezi poruchami [autor]

Datum	Vozidlo	Kilometrový proběh [km]	Kilometrový proběh mezi poruchami [km]	Operace	Skupina
20.11.2014	0302	1 258 413	83	Výměna turba	1
27.7.2011	8248	936 500	300	Výměna chladiče klimatizace	1
28.7.2011	8248	936 900	400	Výměna expanzní nádrže, motorek topení, termostat	1
9.7.2015	8248	1 230 000	800	Seřízení vstřikovačů, ventilu	1
5.7.2012	8248	1 046 500	1 200	Zadření auta, výměna motoru	1
11.7.2015	7350	1167100	1400	Výměna tlumiče výfuku, krátký doznívač pod auto	1
19.6.2013	0302	1 187 500	1500	Oprava kolena k předchladiči	1
18.9.2014	7350	1089000	1500	Výměna kloubku motorovky	1
6.8.2012	0302	1 082 300	1600	Výměna deklu výměníku	1
16.6.2016	8248	1 289 150	1 850	Výměna spojkového ložiska, oprava spojkové vidličky	1

Weibullův pravděpodobnostní graf

Osy Weibullova pravděpodobnostního grafu mají speciální měřítka (taková, aby se nelineární kumulativní distribuční funkce transformovala na funkci lineární:

Na osu x se v logaritmickém měřítku vynáší kilometrový proběh do poruchy.

Vzorový výpočet $\ln(t)$:

$$x = \ln(t)$$

$$\ln(t) = \ln(83) = 4,4188406077966$$

$$4,4188406077966$$

Na osu y se vynáší ve dvojitým logaritmickém měřítku kumulativní pravděpodobnost:
 $\ln \ln(1 - F_i(m))$

$$F_i(m) = \frac{n_i - 0,3}{n + 0,4}$$

Kde:

n_i - je pořadové číslo poruchy

n - celkový počet poruch

$$F_1(m) = \frac{1 - 0,3}{196 + 0,4}$$

$$F_1(m) = 0,0356415$$

$$y = \ln(-\ln(1 - F_i(m)))$$

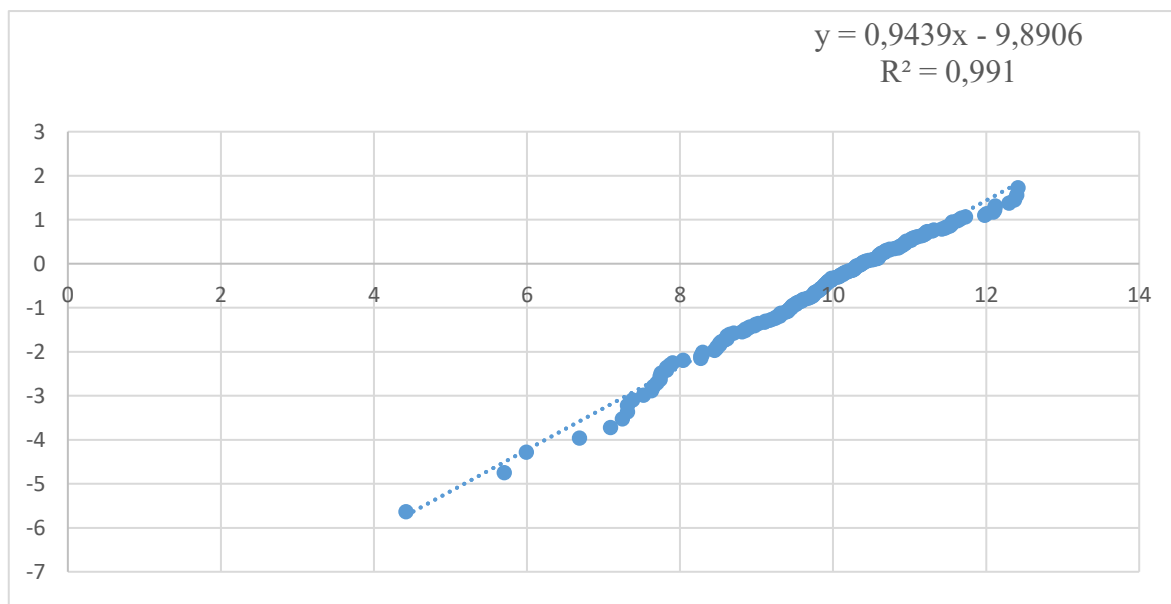
$$y = (-\ln(1 - 0,0356415))$$

$$y = -5.63504361$$

Tyto výpočty jsem provedl i u všech ostatních hodnot pro všechny skupiny poruch.

Po vynesení dat do grafu lze určit, zda tato data lze modelovat Weibullovým rozdělením. Dále lze zjistit, zda existují odlehlé hodnoty. Data v grafu jsou proložena regresní přímkou

v programu Excel, kde zvolíme „spojnice trendu“, nastavíme lineární regresní funkci a zobrazení rovnice grafu a hodnoty spolehlivosti R.



Obr. 5: Weibullův graf pro 1. skupinu [autor]

Parametr tvaru m:

$$y=0,9439x \rightarrow m=0,9439$$

Parametr měřítka t_0 :

$$t_o = \exp\left(\frac{-q}{m}\right)$$

$$t_o = \exp(-q/m) = \exp(-(-9806/0,9439))$$

$$t_o = 35540,9 \text{ km}$$

Koeficient determinace R^2 :

Hodnota R^2 určuje přesnost proložené přímky s daty. Může nabývat hodnot od 0 do 1 při čemž 1 znamená maximální přesnost.

Pro první skupinu je hodnota $R^2=0,991$. Pokud je hodnota větší než 0,9 pak bereme, že regrese dobře odpovídá proloženým datům.

Střední kilometrový proběh do poruchy:

$$T_s = t_0 \left(1 + \frac{1}{m}\right)$$

$$T_s = t_0 \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{m}\right) = 35540,9 \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{0,9439}\right)$$

$$T_s = 36486,4 \text{ km}$$

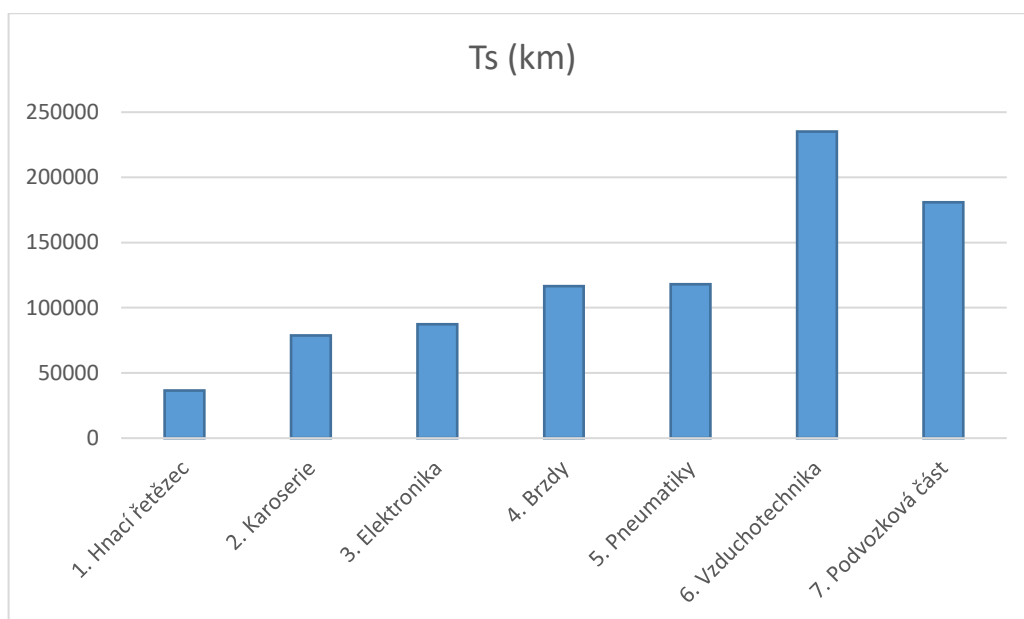
Tento postup jsem provedl u všech konstrukčních skupin. Jejich kilometrové proběhy do poruchy jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 8: Střední kilometrový proběh do poruchy [autor]

Skupina	1.	2.	3.	4.
Rovnice proložené přímkou	$y=0,9439x-9,8906$	$y=0,8369x-9,3565$	$y=0,8106x-9,1296$	$y=0,8569x-9,9295$
R^2	$R=0,991$	$R=0,9798$	$R=0,9881$	$R=0,9864$
m	0,9439	0,8369	0,8106	0,8569
q	-9,8906	-9,3565	-9,1296	-9,9295
t_0 [km]	35540,939	71678,765	77867,8408	107764,1
T_s [km]	36 486	78 757	87 409	116 658

Skupina	5.	6.	7.
Rovnice proložené přímkou	$y=1,0533x-12,323$	$y=0,9004x-11,223$	$y=0,7245x-8,623$
R^2	$R=0,9827$	$R=0,9308$	$R=0,9424$
m	1,0533	0,9004	0,7245
q	-12,323	-11,091	-8,623
t_0 [km]	120501,91	223654,72	147561,66
T_s [km]	118 050	235 269	180 968

U všech skupin vychází R kvadrát větší než 0,9. Teoretický model dobře odpovídá experimentálně zjištěným datům.



Obr. 7: – Střední doby do poruchy u jednotlivých skupin [autor]

Při udržování vozidla jsem vycházel ze zvolené životnosti vozidla 10 let. Náklady na údržbu vozidla nejsou jediným důvodem pro výměnu starších vozidel. Dále se na nevýhodnosti provozování starších vozidel podepisuje nižší splňování euro normy na výfukové plyny vypouštěné do ovzduší a tím vyšší silniční poplatky za provoz vozidla. Dalším důvodem pro výměnu starších vozidel je vyšší spotřeba a s tím přímo související vyšší náklady na provoz.

Tab. 9: Kilometrový proběh vozidel [autor]

Vozidlo	9198	8566	8248	8249	0302	7350
Doba sledování spolehlivosti [den]	4107	4170	4478	3172	3962	3963
Celkový kilometrový proběh [km]	1348000	1210500	1271150	1270000	1234000	1178600
Kilometrový proběh km/den [km]	328	290	284	400	312	297
Kilometrový proběh km/rok [km]	119800	105955	103610	146138	113682	108551

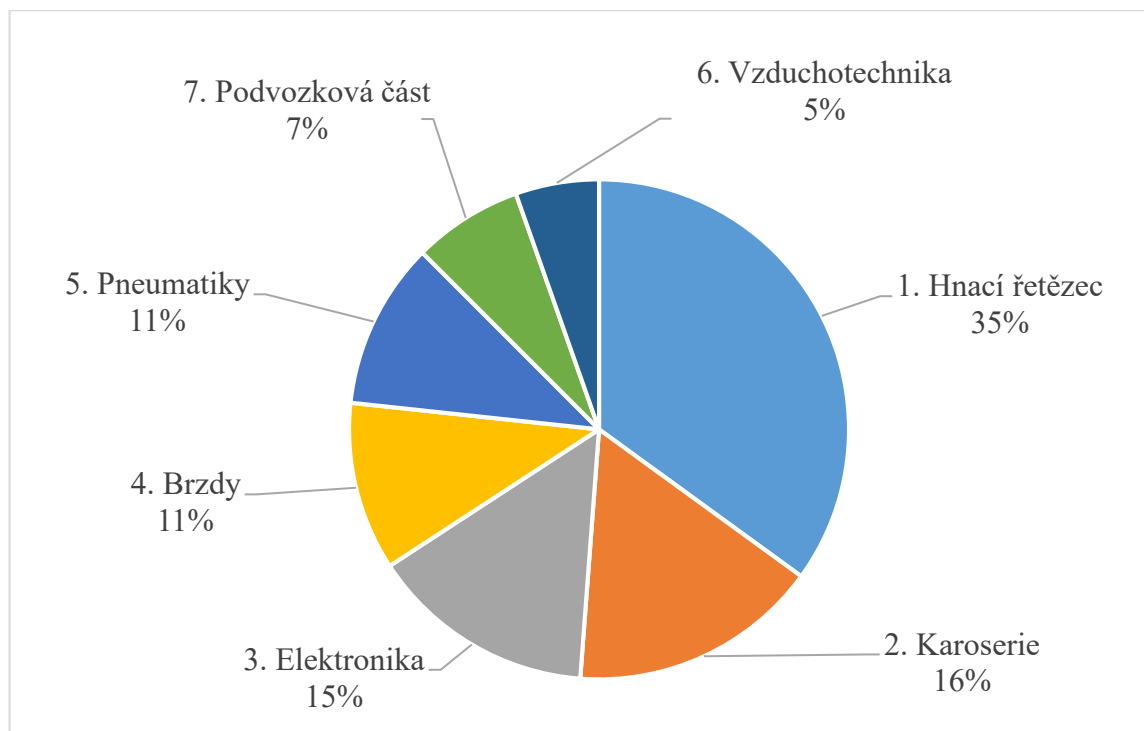
Průměrný Kilometrový proběh pro všechna vozidla činná za rok 116 289 kilometrů. Při provozování vozidla 10 let tyto vozy mají kilometrový proběh v průměru 1 162 897 kilometrů.

Z vypočítané doby do poruchy a celkového kilometrového proběhu za uvažovanou životnost už není problém zjistit průměrný počet poruch jednoho vozidla. Tento počet poruch se vypočítal jako podíl ujetých kilometrů za uvažovanou životnost a počet kilometrů

do poruchy. Výsledek pak je průměrný počet poruch za uvažovanou živostnost 10 let pro jednotlivé skupiny.

Tab. 10: Průměrný počet poruch na 10 let provozu [autor]

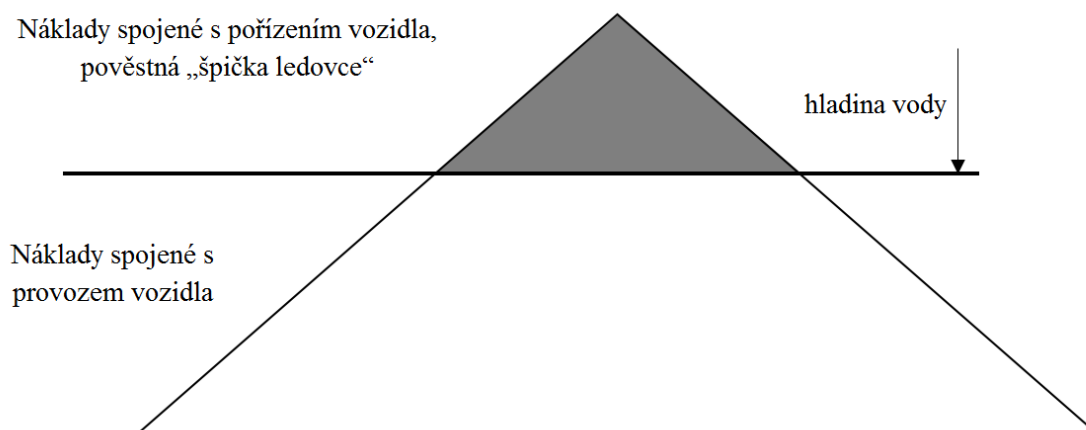
Skupina	Průměrný počet poruch při provozování tahače 10 let
1. Hnací řetězec	31,9
5. Pneumatiky	14,8
4. Brzdy	13,3
3. Elektronika	10,0
2. Karoserie	9,9
7. Podvozková část	4,9
6. Vzduchotechnika	6,4



Obr. 6: Procentuální četnosti poruch podle konstrukčních skupin [autor]

5 Technicko-ekonomické hodnocení

Náklady životního cyklu tahače nepředstavují jen náklady spojené s pořízením vozidla, ale tvoří ji také náklady spojené s provozem vozidla. Náklady na pořízená vozidla jsou známy již při koupi vozidla. Oproti tomu náklady spojené s provozem vozidla nejsou předem známy a jejich vyčíslení proto nemůže být zcela přesné.



Obr. 7: Ilustrace dělby nákladů LCC [1]

V technicko-ekonomickém hodnocení jsem se zabýval co nejpřesnějším zjištěním nákladů na údržbu vybraných vozidel.

5.1 Náklady na preventivní údržbu

Náklady na preventivní údržbu nejsou závislé na poruchovosti vozidla, a proto se daly tyto náklady vyčíslit mnohem jednodušeji než náklady na údržbu po poruše. Firma v současné době provádí pravidelné prohlídky v neautorizovaném servise. V těchto prohlídkách jsou zahrnuty především výměny provozních náplní a filtrů. Pro porovnání zde uvádím i cenu servisních prohlídek v autorizovaném servisu Scania.

V tabulce 11 je zobrazeno při jakém kilometrovém proběhu se má provést jaký typ servisní prohlídky.

Tab. 11: Rozpis prohlídek [autor]

Druh prohlídky	x1000 km				
S	60	300	540	780	1020
M	120	360	600	840	1080
S	180	420	660	900	1140
L	240	480	720	960	

Kde: S – malá servisní prohlídka

M – střední servisní prohlídka

L – velká servisní prohlídka

5.1.1 Pravidelné prohlídky v neautorizovaném servisu

Pravidelné prohlídky jsou prováděny v neautorizovaném servisu hlavně z důvodů ušetření nákladů na provoz. V tabulce 12 jsou uvedeny servisní úkony prováděné při těchto prohlídkách. Je zde také uvedeno, při jakém typu prohlídky se má provést jaký typ servisního úkonu.

Tab. 12: Úkony při pravidelných prohlídkách pravidelné údržby [autor]

Úkony pravidelné údržby:	Typ servisní prohlídky		
	S	M	L
Motor: výměna oleje a filtru	•	•	•
Motor: vyčištění odstředivky	•	•	•
Výměna naftový filtr	•	•	•
Větrání kabiny: výměna filtru vzduchu v kabině	•	•	•
Točna: mazání	•	•	•
Promazání: promazání podvozku	•	•	•
Manuální převodovka: výměna oleje a filtru		•	•
Diferenciál: výměna oleje a filtru		•	•
Vzduchový filtr: výměna		•	•

V tabulce 13 uvádím celkový počet prohlídek za uvažovanou dobu provozu

Tab. 13: Prohlídky pravidelné údržby [autor]

Typ prohlídky	Počet prohlídek
S	10
M	5
L	4

Počet prohlídek, nákladnost jednotlivých úkonů a celkovou nákladnost úkonů při provozování tahače 10 let jsou následující:

Tab. 14: Náklady servisních prohlídek v neautorizovaném servisu [autor]

Úkony pravidelné údržby	Celkový počet jednotlivých úkonů	Nákladnost úkonu [Kč]	Celková nákladnost úkonů [Kč]
Motor: výměna oleje a filtru	19	3 103	58 959
Motor: vyčištění odstředivky	19	100	1 900
Výměna naftový filtr	19	475	9 025
Větrání kabiny: výměna filtru vzduchu v kabině	19	276	5 244
Točna: mazání	19	100	1 900
Promazání: promazání podvozku	19	140	2 660
Manuální převodovka: výměna oleje a filtru	9	1 849	16 641
Diferenciál: výměna oleje a filtru	9	1 474	13 266
Vzduchový filtr: výměna	9	887	7 980
Celková nákladnost servisních prohlídek v neautorizovaném servise [Kč]			117 575

Tab. 15: Celkové náklady na servisní prohlídky v neautorizovaném servisu [autor]

	Celkové náklady na servisní prohlídky v neautorizovaném servisu
Kč	117 575
Kč/km	0,103

Kde: Kč/km – nákladnost servisních prohlídek na jeden ujetý kilometr

5.1.2 Pravidelné prohlídky v autorizovaném servisu

Pro porovnání jsem si nechal nacenit náklady na jednotlivé servisní prohlídky v servisní síti Scania. Tyto servisní prohlídky jsou uvedeny v tabulce 16. Jsou zde uvedeny náklady na prohlídky se servisní smlouvou, která je uzavřena na dobu nejméně 3 roky. Dále jsou zde náklady na jednotlivé prohlídky bez servisní smlouvy.

Tab. 16: Náklady servisních prohlídek ve Scanii [autor]

Druh prohlídky	Náklady se servisní smlouvou [Kč]	Náklady bez servisní smlouvy [Kč]
R	9 700	13 000
S	10 740	15 800
M	19 880	27 950
L	29 500	41 750

Kde: R – záběhová servisní prohlídka

Při provozování vozidel po dobu deseti let vychází náklady na servisní prohlídky v servisech Scania následovně:

Tab. 17: Nákladnost servisních prohlídek v servisech Scania [autor]

	Náklady se servisní smlouvou	Náklady bez servisní smlouvy	Sleva %
Kč	334 500	477 750	0,29
Kč/km	0,293421053	0,419	0,29

Náklady servisních prohlídek se smlouvou jsou o 30 % levnější než bez smlouvy.

5.1.3 Porovnání nákladů servisních prohlídek

V neautorizovaném servise jsou u pravidelných prohlídek prováděny pouze nezbytné a nejdůležitější úkony. Naproti tomu v autorizované servisní síti Scania je prováděná kompletní kontrola celého tahače. Je zde celá řada úkonů například: kontrola funkce stahování oken, kontrola poškození kol, kontrola opotřebení spojky, kontrola listového odpružení apod.

Tab. 18: Nákladnost servisních prohlídek [autor]

	Náklady se servisní smlouvou	Celkové náklady v neautorizovaném servisu
Kč	334 500	117 575
Kč/km	0,293	0,103
Úspora nákladů v neautorizovaném servisu [Kč]		216 925

Zde můžeme vidět, že nákladnost v servisech Scania je skoro trojnásobná oproti servisním prohlídkám v neautorizovaném servisu.

5.2 Náklady na údržbu po poruše

Náklady na údržbu po poruše jsou zpětně velmi složitě zjistitelné. Ze vstupních dat zkoumaných vozidel jsem měl k dispozici jen kilometrový proběh a datum při opravě nebo údržbě. Zjištění zpětně přesných částek za servis v průběhu zhruba 10 ti let by bylo skoro nemožné. Proto jsem zvolil druhou možnost, která je méně přesná, ale k porovnání nákladů s ostatními náklady na údržbu je dostačující. Z důvodu úspor firma už v minulosti začala využívat vlastní možnosti servisu k údržbě vozidel. Postupem času se zvětšovaly možnosti ve vlastním servisu. V současné době je firma schopná pokrýt zhruba 70 % oprav.

Náklady na údržbu jsem rozdělil na náklady za materiál a náklady na práci. Náklady za práci jsme s odborným odhadem vedoucím servisu určili na 800 Kč/hod. Při určování této ceny jsme museli zohlednit několik aspektů:

1. V nejbližším autorizovaném servisu Scania je v současné době tabulková cena za hodinu práce 1420 Kč a po odečtení slevy se cena pohybuje okolo 1200 Kč za hodinu práce mechanika. V tomto servise se opravovala převážná většina poruch v době, kdy vlastní servis firmy ještě neměl takové možnosti jako dnes.
2. Při větší poruše vozidla v zahraničí, kdy není možné, aby vozidlo dále pokračovalo v jízdě a musí být opraveno v zahraničí v nejbližším servisu, se náklady na opravy můžou zněkolikanásobit oproti běžné ceně v servisu v ČR. Avšak tyto opravy jsou jen nepatrné procento z celkového počtu oprav.
3. Vlastní servis vychází ve všech ohledech nejlépe, ať už při ceně oprav, nebo flexibilitě pracovní síly. Nevýhodou vlastního servisu při menší firmě jsou vysoké režijní náklady na dílnu a nevyužití pracovní síly mechanika a také delší časy oprav při porovnání s profesionálním servisem Scania. A proto po důkladném zvážení jsme stanovili náklady na práci na 800 Kč/hod.

Část doby potřebné na opravu jsem stanovil podle časů, jaké mají v servisech Scania. Zbylé časy jsem stanovil podle průměrných časů na opravu, které mi poskytl vlastní servis firmy.

Náklady za materiál jsem získal z faktur z let 2015, 2016 a 2017. Náhradní díly jsou brány od firem zabývajících se prodejem náhradních dílů, ať už se jedná o náhrady, nebo o originální díly Scania. Hlavními dodavateli těchto náhradních dílů jsou firmy: CHLADNÍČEK autodíly s.r.o, E.M.T, ELIT a FAST integration s.r.o. Ostatní ceny materiálu, které jsem nedohledal ve fakturách jsem zjišťoval v elektronickém katalogu. Firmy, od kterých se kupují náhradní díly, mají přibližně totožné ceny. Rozdíly jednotlivých

cen se mohou nepatrně lišit. Tyto díly se po dohodě montují i v autorizovaných servisech Scania.

Ceny a čas jsem nedokázal stanovit u všech oprav, ať už z důvodu nejasného popisu odstranění závady, nebo nezjištění času na odstranění závady, nebo ceny materiálu. U nezjištěných nákladů jsem cenu dopočítal z průměrného času a ceny opravy v dané skupině, abych alespoň přibližně stanovil náklady a mohl je porovnat v jednotlivých skupinách.

Zhruba 7 % z celkového počtu oprav jsou opravy v záruce. Dále jsem do této skupiny započítal i výměny čelních skel, a to z důvodu, že čelní skla jsou zahrnuta v pojistce vozidla, a proto nejsou přímo započítávána do nákladů oprav. Po doplnění zbylých nákladů vyšly průměrné náklady na opravy v jednotlivých skupinách následovně:

Tab. 19: Celkové náklady pro jednotlivé skupiny [autor]

Skupina	1. Hnací řetězec	2. Karoserie	3. Elektronika	4. Brzdy
Náklady na materiál [Kč]	856 564	190 949	240 923	209 244
Náklady na práci [Kč]	399 964	96 193	92 606	228 100
Celkové náklady [Kč]	1 256 528	287 143	333 529	437 344

Skupina	5. Pneumatiky	6. Vzduchotechnika	7. Podvozková část
Náklady na materiál [Kč]	1 388 684	24 263	132 540
Náklady na práci [Kč]	0	37 120	78 800
Celkové náklady [Kč]	1 388 684	61 383	211 340

Kde: Náklady na materiál – náklady na materiál pro údržbu po poruše za uvažovaný provoz jednoho tahače

Náklady na práci – náklady na práci pro údržbu po poruše za uvažovaný provoz jednoho tahače

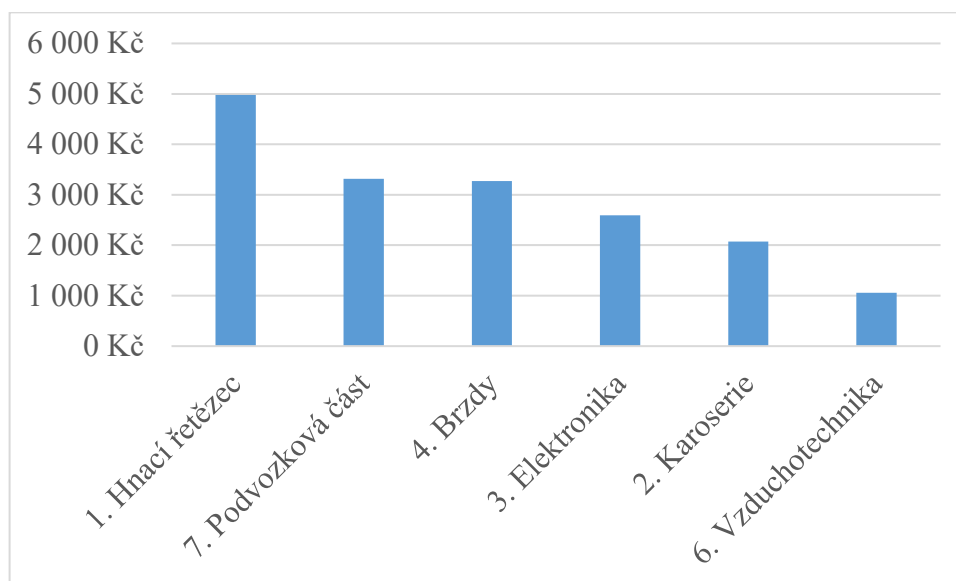
Celkové náklady – celkové náklady pro údržbu po poruše za uvažovaný provoz jednoho tahače

V 5. konstrukční skupině jsou náklady na práci nulové z toho důvodu že nákup, výměna a oprava pneumatik probíhá přes externí firmu, která pomocí mobilního servisu zajišťuje veškeré práce. Proto jsou tyto ceny zahrnuty v celkové ceně. V následujícím porovnání nákladů za práci a nákladů za materiál jsem proto tuto skupinu vyřadil.

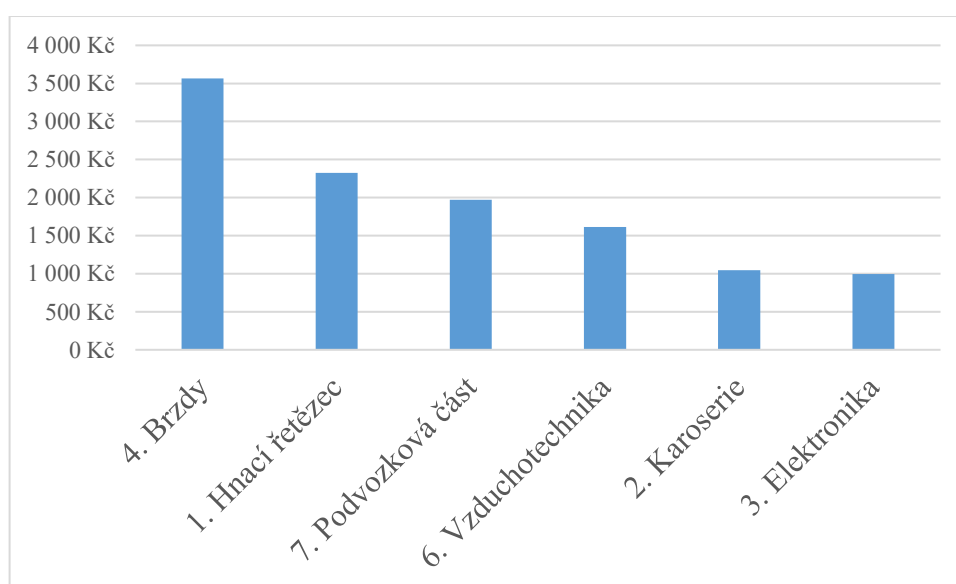
Tab. 20: Průměrné náklady na jednu opravu [autor]

	1. Hnací řetězec	2. Karoserie	3. Elektronika	4. Brzdy	6. Vzduchotechnika	7. Podvozková část
Průměrné náklady za materiál [Kč]	4 980	2 076	2 591	3 269	1 055	3 314
Průměrné náklady za práci [Kč]	2 325	1 046	996	3 564	1 614	1 970

Pro porovnání jsou v následujících grafech skupiny seřazené sestupně podle nákladnosti.



Obr. 8: Průměrné náklady na materiál u opravy po poruše[autor]



Obr. 9: Průměrné náklady na práci u opravy po poruše [autor]

Z těchto hodnot a za pomoci již zjištěných průměrných poruch za uvažovanou živostnost vozidla viz. Tabulka 8 jsem byl schopen zjistit průměrné náklady na provoz po dobu deseti let.

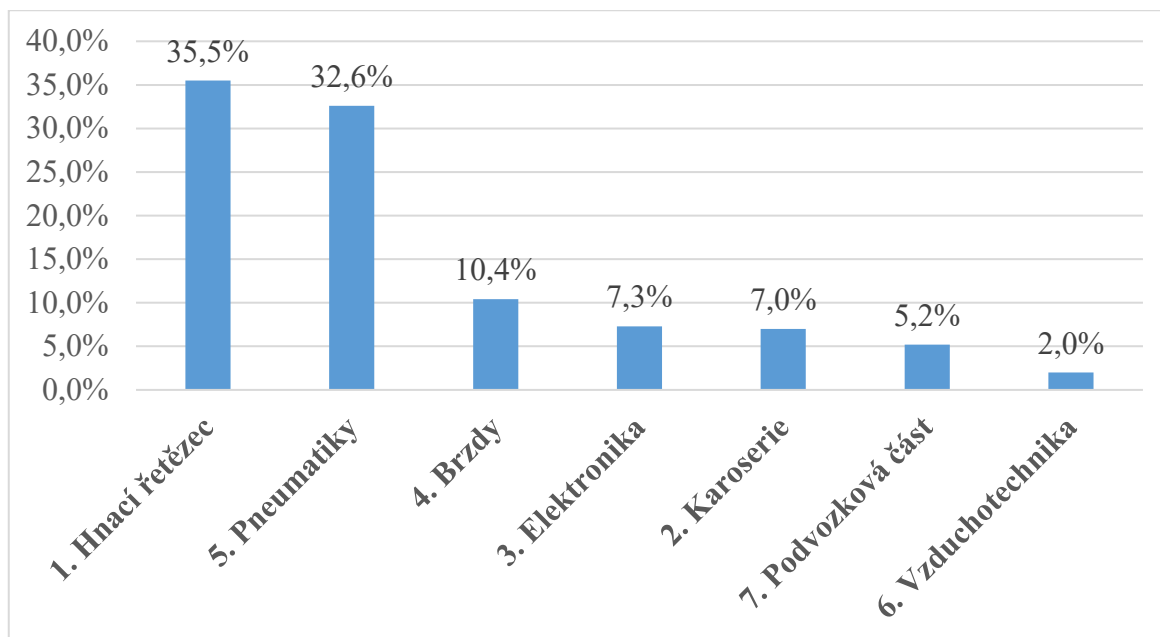
Tab. 21: Celkové náklady na údržbu po poruše pro jednotlivé skupiny [autor]

Skupina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Průměrný počet poruch	31,9	14,8	13,3	10,0	9,9	4,9	6,4
Průměrná nákladnost jedné poruchy [Kč]	7 305	3 121	3 586	6 833	21 698	2 669	5 284
Průměrné náklady na poruchy [Kč]	232 838	46 085	47 713	68 119	213 747	13 192	33 952

Tab. 22: Procentuální vyjádření nákladností jednotlivých skupinách [autor]

Skupina	
1. Hnací řetězec	35,5 %
2. Karoserie	7 %
3. Elektronika	7,3 %
4. Brzdy	10,4 %
5. Pneumatiky	32,6 %
6. Vzduchotechnika	2 %
7. Podvozková část	5,2 %

Už z tabulky je patrné, že první a pátá skupina způsobují nejvíce nákladů. Pro lepší názornost jsou v následujícím grafu skupiny seřazené sestupně podle procentuální nákladnosti.



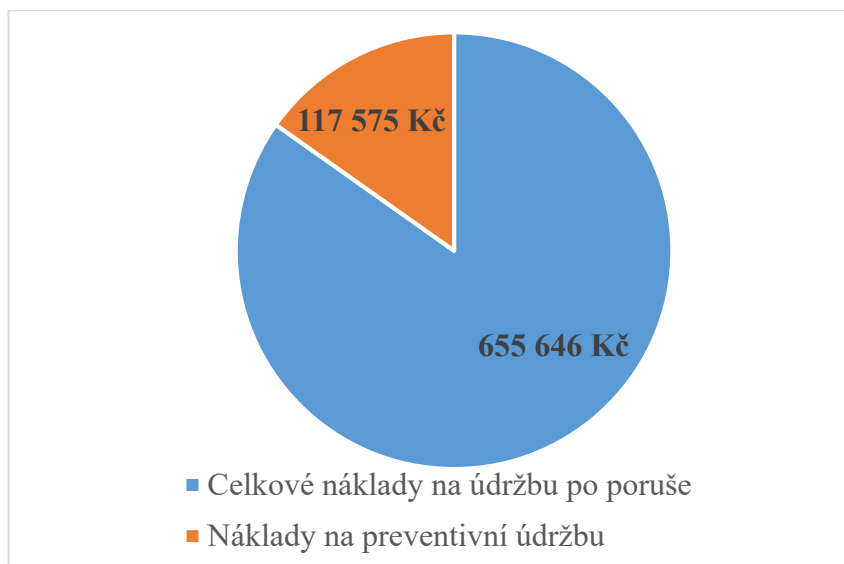
Obr. 10: Celkové náklady pro jednotlivé skupiny [autor]

První a pátá konstrukční skupina tvoří přes 68 % nákladů na opravy. Je však třeba brát ohled na to, že v první skupině je zhruba 4krát více oprav než v páté skupině. Pro ještě lepší a přesnější vyhodnocení dat by bylo vhodné, aby první skupina byla rozdělena na více částí, ale na takovéto podrobnější rozdělení by muselo být k porovnávání více vozidel.

5.3 Celkové náklady na údržbu

Tab. 23: Celkové náklady na údržbu [autor]

Celkové náklady na údržbu po poruše [Kč]	655 646
Náklady na preventivní údržbu [Kč]	117 575
Celkové náklady na údržbu [Kč]	773 221



Obr. 11: Celkové náklady na údržbu [autor]

Celkové náklady na údržbu vycházejí na 773 221 Kč. Při uvážení, že nový tahač stojí kolem dvou milionů korun je cena údržby tahače třetinová oproti ceně nového tahače. Tyto náklady jsou ale sníženy z důvodu pravidelných prohlídek v neautorizovaných servisech a opravám ve vlastním firemním servisu. Podle mého názoru, pokud by byla veškerá údržba a opravy prováděny jen v servisech Scania, tak by mohla cena údržby dosahovat ceny nového tahače, tedy zhruba dvou milionu korun.

6 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval stanovením bezporuchovosti a nákladů na údržbu tahačů návěsů. Pomocí získaných dat jsem vypočítal kilometrové proběhy do poruchy u jednotlivých konstrukčních skupin, které jsem zvolil.

Podle výsledků, které jsem vypočítal je největší četnost poruch v první konstrukční skupině obsahující hnací řetězec, která je však více obsáhlá oproti ostatním skupinám. Spolu s pátou konstrukční skupinou jsou nejvíce nákladné na údržbu, a proto bych doporučoval se více zaměřit na jejich náklady na opravy a pokusit se zde ušetřit. Dále bych doporučil důkladněji sledovat čtvrtou skupinu, kde se prakticky vyskytují pouze výměny brzdového obložení a brzdových kotoučů. Tyto prvky se mění po opotřebenosti, a proto by se dala navrhovat přibližná výměna brzdového obložení, aby docházelo k maximálnímu využití materiálu a tím ke snížení nákladů. Dále bylo zjištěno, že při měnění dílu za náhrady nedochází k častějším poruchám, a proto bych doporučil i nadále používal neoriginální náhradní díly.

Náklady na preventivní údržbu jsem vypočítal jak pro neautorizovaný servis, tak i pro autorizovaný servis. V autorizovaném servisu vycházejí náklady na prohlídky bezmála na trojnásobnou nákladnost oproti prohlídkám v neautorizovaném servisu.

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu doc. Ing. Janu Famfulíkovi, Ph.D. za odborné vedení při práci na mé bakalářské práci. Nesmírně si cením jeho pomoci.

7 Citovaná literatura a zdroje informací

- [1]. FAMFULÍK, Jan. Teorie údržby. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1029-8.
- [2]. DANĚK, Alois, Jaromír ŠIROKÝ a Jan FAMFULÍK. Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků. Ostrava: Repronis, 1999. ISBN 80-86122-41-7.
- [3]. FAMFULÍK, Jan, Radek KRZYŽANEK a Peter GALVAS. Zkoušky spolehlivosti: (vybrané stochastické metody). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2010. ISBN 978-80-248-2277-8.
- [4]. NOVOTNÝ, Radovan. Weibullovo rozdělení při analýzách bezporuchovosti [online]. 2002[cit.2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/02017/index.html>
- [5]. OTIPKA, Petr. ZÁKLADNÍ TYPY ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOSTI SPOJITÉ NÁHODNÉ VELIČINY [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <https://homen.vsb.cz/~oti73/cdpast1/KAP05/PRAV5.HTM>

8 Seznam obrázků

Obr. 1: Exponenciální rozdělení – hustota pravděpodobnosti [5]	11
Obr. 2: Exponenciální rozdělení – distribuční funkce [5]	12
Obr. 3: Weibullovo rozdělení – hustota pravděpodobnosti [5]	13
Obr. 4: Weibullovo rozdělení – distribuční funkce [5].....	13
Obr. 5: Weibullův graf pro 1. skupinu [autor].....	21
Obr. 6: Procentuální četnosti poruch podle konstrukčních skupin [autor]	24
Obr. 7: Ilustrace dělby nákladů LCC [1]	25
Obr. 8: Průměrné náklady na materiál u opravy po poruše[autor]	31
Obr. 9: Průměrné náklady na práci u opravy po poruše [autor]	31
Obr. 10: Celkové náklady pro jednotlivé skupiny [autor]	33
Obr. 11: Celkové náklady na údržbu [autor]	34

9 Seznam tabulek

Tab. 1: Popis vozidel [autor].....	10
Tab. 2: Technická data tahačů [autor]	10
Tab. 3: Struktura vstupních dat [autor]	16
Tab. 4: Konstrukční skupiny [autor]	16
Tab. 5: Data doplněná o druh poruchy [autor].....	17
Tab. 6: Data seřazená podle skupiny [autor]	18
Tab. 7: Data seřazená podle kilometrového proběhu mezi poruchami [autor].....	19
Tab. 8: Střední kilometrový proběh do poruchy [autor]	22
Tab. 9: Kilometrový proběh vozidel [autor]	23
Tab. 10: Průměrný počet poruch na 10 let provozu [autor].....	24
Tab. 11: Rozpis prohlídek [autor]	25
Tab. 12: Úkony při pravidelných prohlídkách pravidelné údržby [autor]	26
Tab. 13: Prohlídky pravidelné údržby [autor]	26
Tab. 14: Náklady servisních prohlídek v neautorizovaném servisu [autor]	27
Tab. 15: Celkové náklady na servisní prohlídky v neautorizovaném servisu [autor].....	27
Tab. 16: Náklady servisních prohlídek ve Scanii [autor]	28
Tab. 17: Nákladnost servisních prohlídek v servisech Scania [autor]	28
Tab. 18: Nákladnost servisních prohlídek [autor]	28
Tab. 19: Celkové náklady pro jednotlivé skupiny [autor]	30
Tab. 20: Průměrné náklady na jednu opravu [autor]	31
Tab. 21: Celkové náklady na údržbu po poruše pro jednotlivé skupiny [autor].....	32
Tab. 22: Procentuální vyjádření nákladností jednotlivých skupinách [autor]	32
Tab. 23: Celkové náklady na údržbu [autor]	33

10 Seznam příloh

Přílohy na CD:

Příloha 1	Zpracovaná data
-----------	-----------------